

T S1/9/1

1/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2006 The Thomson Corp. All rts. reserv.

015044011 **Image available**

WPI Acc No: 2003-104527/200310

XRPX Acc No: N03-083381

Cooler for liquid cooling of power semiconductors

Patent Assignee: DANFOSS SILICON POWER GMBH (DANA)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|----------|
| DE 20208106 | U1 | 20021010 | DE 2002U2008106 | U | 20020524 | 200310 B |

Priority Applications (No Type Date): DE 2002U2008106 U 20020524

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan Pg | Main IPC | Filing Notes |
|-------------|------|--------|--------------|--------------|
| DE 20208106 | U1 | 17 | H01L-023/473 | |

Abstract (Basic): DE 20208106 U1

NOVELTY - In the cooler (1) the cooled component is set on top side of cooled plate, whose underside is liquid. cooled, using a distributor element (4) for conducting it along the cooler plate. The liquid. inlet and outlet of the distributor are fitted orthogonally to the cooled plate. The distributor is divided into cells, each liquid inlet and outlet orthogonal to cooled plate. The distributor for each cooled plate has at least two cells.

USE - For cooling power semiconductors in operation in several cooling compartments.

ADVANTAGE - Improved cooling of semiconductors and reduced liquid. flow resistance.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows an exploded view of the liquid. cooler.

cooler, (1)

distributor element (4)

pp; 17 DwgNo 1/4

Title Terms: COOLING; LIQUID; COOLING; POWER; SEMICONDUCTOR

Derwent Class: Q78; U11; V04

International Patent Class (Main): H01L-023/473

International Patent Class (Additional): F28F-003/00; H05K-007/20

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): U11-D01C6; U11-D02D1; V04-T03

?



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 202 08 106 U 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 L 23/473
F 28 F 3/00
H 05 K 7/20

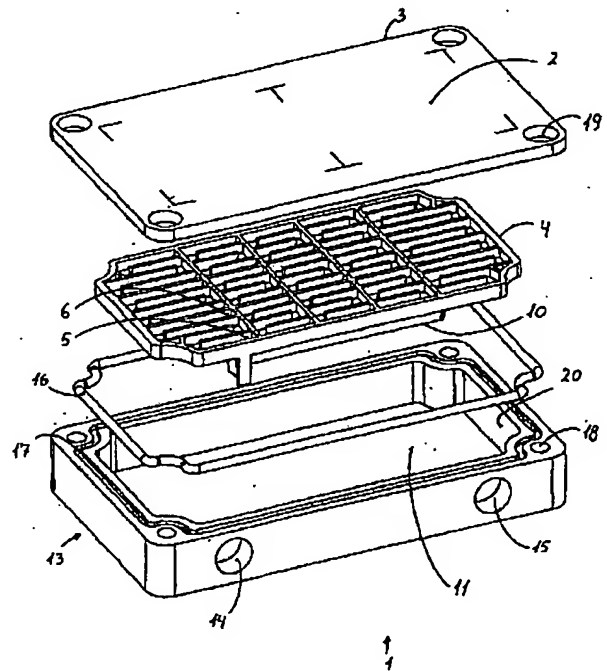
| | |
|-------------------------------------|--------------|
| ⑲ Aktenzeichen: | 202 08 106.0 |
| ⑳ Anmeldetag: | 24. 5. 2002 |
| ㉑ Eintragungstag: | 10. 10. 2002 |
| ㉒ Bekanntmachung im Patentblatt: | 14. 11. 2002 |

DE 202 08 106 U 1

⑲ Inhaber:
Danfoss Silicon Power GmbH, 24837 Schleswig, DE

㉓ Vertreter:
Patentanwälte Knoblauch und Knoblauch, 60322
Frankfurt

- ⑭ Kühlgerät für Halbleiter mit mehreren Kühlzellen
- ⑮ Kühlgerät (1), insbesondere für die Flüssigkeitskühlung von Leistungshalbleitern, bei dem das gekühlte Teil auf der Oberseite einer gekühlten Platte angebracht ist, deren Unterseite durch eine Flüssigkeit gekühlt wird, die mit Hilfe eines Verteilerelements an der gekühlten Platte entlang geführt wird, und wobei der Flüssigkeitseinlaß und der Flüssigkeitsauslaß des Verteilerelements senkrecht zur gekühlten Platte angebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Verteilerelement (4) in Zellen (7) unterteilt ist, daß jede Zelle senkrecht zur gekühlten Platte einen Flüssigkeitseinlaß und einen Flüssigkeitsauslaß hat und daß das Verteilerelement (4) für jede gekühlte Platte mindestens zwei Zellen (7) hat.



DE 202 08 106 U 1

DR.-ING. ULRICH KNOBLAUCH (bis 2001)
DR.-ING. ANDREAS KNOBLAUCH
DR.-ING. DOROTHEA KNOBLAUCH
PATENTANWÄLTE

24.05.02

66328 FRANKFURT/MAIN
SCHLOSSERSTRASSE 23
TELEFON: (069) 9562090
TELEFAX: (069) 983002
e-mail: patente@knoblauch.frankfurt.de
UST-IDA/VAT: DE 112012149

DA1386 GM

23. Mai 2002
GK/RS

Danfoss Silicon Power GmbH
D-24837 Schleswig

Kühlgerät für Halbleiter mit mehreren Kühlzellen

Die Erfindung betrifft ein Kühlgerät, insbesondere für
die Flüssigkeitskühlung von Leistungshalbleitern, bei
dem das gekühlte Teil auf der Oberseite einer gekühlten
Platte angebracht ist, deren Unterseite durch eine
5 Flüssigkeit gekühlt wird, die mit Hilfe eines Verteile-
relements an der gekühlten Platte entlang geführt wird,
wobei der Flüssigkeitseinlaß und der Flüssigkeitsauslaß
des Verteilerelements senkrecht zur gekühlten Platte
angebracht sind.

10

Halbleiterbauteile erzeugen im Betrieb Wärme, die nor-
malerweise zu einer Verringerung ihrer Leistung führt.
Bei Leistungshalbleitern ist im Betrieb eine Kühlung
notwendig, um eine akzeptable Leistung aufrechtzuerhal-
15 ten, und bei Hochleistungshalbleitern wird oft eine
Flüssigkeitskühlung angewandt.

US 5 841 634 zeigt ein flüssigkeitsgekühltes Halbleitergerät nach Art der Erfindung. Hier befinden sich die Halbleiter in einem Gehäuse an einer Wand, die gekühlt wird. Das Gerät hat einen Flüssigkeitseinlaß, einen

5 Flüssigkeitsauslaß und einen Einsatz in einer Kammer des Gehäuses. Der Einsatz hat eine Wand, die die Kammer in ein Oberteil und ein Unterteil unterteilt, und Wände, die jedes Teil in Kammern unterteilen. In der Wand zwischen Ober- und Unterteil vorgesehene Löcher bilden

10 eine Flüssigkeitsverbindung zwischen den beiden Teilen. Die Flüssigkeit wird vom Einlaß in eine erste Bodenkammer und von dort durch Löcher in eine erste Oberkammer geleitet. In der Oberkammer wird die Flüssigkeit an der zu kühlenden Wand entlang und dann durch Löcher in eine

15 zweite Bodenkammer geleitet. Aus der zweiten Bodenkammer wird die Flüssigkeit in eine zweite Oberkammer geleitet, wo ein anderer Bereich der zu kühlenden Wand gekühlt wird. Nach Durchlaufen von drei Oberkammern wird die Flüssigkeit über den Flüssigkeitsauslaß aus

20 dem Gerät herausgeleitet. Mithin sind die Kühlkammern des Gerätes in Reihe geschaltet.

Durch das Kühlen wird die Ausgangstemperatur der Flüssigkeit beim Verlassen der ersten Oberkammer höher als

25 ihre Eingangstemperatur. Wenn die Flüssigkeit dann die zweite Oberkammer erreicht, wird sie weiter erwärmt, und dies führt zu einem Temperaturunterschied in der Wand zwischen dem Flüssigkeitseinlaßende und dem Flüssigkeitsauslaßende. Da Hochleistungshalbleiter gegenüber

30 Temperaturschwankungen und auch gegenüber dem Temperaturniveau sehr empfindlich sind, haben gleiche Kühlverhältnisse für alle Halbleiter eines Leistungs-

halbleitergerätes einen sehr großen Einfluß auf die Lebensdauer des Gerätes.

Auch ergibt die Reihenschaltung mehrerer Kühlkammern
5 einen sehr großen Strömungswiderstand, was zu einem hohen Druckabfall oder einer niedrigen Durchflußgeschwindigkeit durch das Kühlgerät führt.

Aufgabe der Erfindung ist die Verbesserung der Kühlbedingungen eines Halbleitergerätes, so daß eine gleichmäßige Innentemperatur erreicht wird.
10

Ferner soll der Strömungswiderstand verringert werden, um eine höhere Durchflußgeschwindigkeit und bessere
15 Kühlleistung zu erreichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Verteilerelement in Zellen unterteilt ist, daß jede Zelle senkrecht zur gekühlten Platte einen Flüssigkeits-
20 seinlaß und einen Flüssigkeitsauslaß hat und daß das Verteilerelement für jede gekühlte Platte mindestens zwei Zellen hat. Dadurch fließt die Flüssigkeit mit annähernd gleicher Temperatur in alle Zellen, wobei die Kühlbedingungen für die durch das Gerät gekühlten Halbleiter verbessert werden und eine gleichmäßigere Innentemperatur im Gerät erreicht wird. Zusätzlich wird der Strömungswiderstand verringert, weil die Flüssigkeit auf ihrem Weg durch das Gerät nur eine Zelle durchlaufen muß.
25

30

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die der gekühlten Platte abgewandte Seite des Verteilerelements mit Trennwänden versehen, die sie in eine erste

Kammer und eine zweite Kammer unterteilen, wobei die erste Kammer alle Flüssigkeitseinlässe und die zweite Kammer alle Flüssigkeitsauslässe mit einander verbindet, wenn das Verteilerelement auf einer Bodenplatte montiert ist. Hierdurch wird erreicht, daß die Flüssigkeit durch das Verteilerelement selbst von einer gemeinsamen Einlaßöffnung des Gerätes zu allen Flüssigkeitseinlässen und von allen Flüssigkeitsauslässen zu einer gemeinsamen Auslaßöffnung des Gerätes geleitet wird. Das Bodenteil der Kühleinheit kann dabei die Form eines Plattenelements haben, und die gemeinsame Einlaßöffnung und die gemeinsame Auslaßöffnung können einfach durch ein erstes Loch in der Struktur, das zur ersten Kammer führt, und ein zweites Loch, das zur zweiten Kammer führt, gebildet sein.

In einer Ausführung der Erfindung hat das Kühlgerät mehr als ein solches Verteilerelement, wobei jedes Verteilerelement senkrecht zur gekühlten Platte angebracht ist. In diesem Fall ist das Kühlgerät ein Bodenteil, das eine vorbestimmte Anzahl von Verteilerelementen und eine vorbestimmte Anzahl von gekühlten Platten enthalten kann, wobei größere Einheiten in gekühlte Abschnitte für die Montage von gekühlten Bauteilen aufgeteilt sein können.

In einer speziellen Ausführung der Erfindung ist die Flüssigkeitsströmung in jeder Zelle entlang der gekühlten Platte turbulent. Dadurch wird die Wärmeübertragung von der gekühlten Platte zur Flüssigkeit verbessert. Die turbulente Flüssigkeitsströmung wird durch eine Verengung der Flüssigkeitspassage in jeder Zelle, durch ein Muster von Passagen, die eine Richtungsänderung in

jeder Zelle verursachen, oder durch eine Kombination von beiden erreicht.

In einer weiteren speziellen Ausführung der Erfindung
5 liegt der Flüssigkeitsauslaß einer Zelle direkt neben dem Flüssigkeitseinlaß einer anderen Zelle. Dadurch wird erreicht, daß die Wirkung einer Erhöhung der Flüssigkeitstemperatur durch die Einspeisung von kalter Flüssigkeit in eine Zelle direkt neben dem Auslaß einer
10 anderen Zelle kompensiert wird.

In noch einer weiteren speziellen Ausführung der Erfindung ändert sich die Größe der Bereiche, die jeweils von einer Zelle abgedeckt werden, über das Verteilerelement hinweg. Die Kühlung wird dadurch in den Bereichen des Gerätes verstärkt, in denen die Wärmeerzeugung
15 am stärksten ist, oder in den Bereichen verringert, in denen die Wärmeerzeugung niedrig ist.

20 Vorzugsweise sind die Bereiche, die jeweils von einer Zelle abgedeckt sind, an den Rändern des Verteilerelements größer als in der Mitte des Verteilerelements. Dadurch wird erreicht, daß die Kühlleistung an den Rändern, wo die Anzahl von Halbleitern klein ist, niedrig
25 gehalten wird, wogegen die Kühlung in den Bereichen intensiviert wird, in denen die Anzahl von Halbleitern groß ist.

In einer speziellen Ausführung der Erfindung ist die
30 gekühlte Platte aus einem Material mit niedrigem Wärmeleitwiderstand hergestellt. Dadurch hat die Wärmeübertragung von einer Seite der gekühlten Platte zur anderen nur einen geringen Einfluß auf den gesamten Wärme-

24.05.02

-6-

Übertragungswiderstand, und kleine Temperaturunter-
schiede auf der dem Verteilerelement zugewandten Seite
der gekühlten Platte werden auf der anderen Seite der
gekühlten Platte ausgeglichen. Dadurch wird eine noch
5 gleichmäßigere Temperatur der Halbleiter erreicht.

In einer anderen speziellen Ausführung der Erfindung
wird die Kühlplatte durch Substrate gebildet, an denen
die Halbleiter befestigt sind. Der Wärmeübertragungswi-
10 derstand einer gesonderten Zwischenkühlplatte wird da-
durch vermieden, und der gesamte Wärmeübertragungswi-
derstand wird verringert.

Nach dieser generellen Beschreibung der Erfindung wird
15 nachstehend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung an-
hand der Zeichnungen detailliert beschrieben. Die
Zeichnungen stellen dar:

Fig. 1 eine Explosionsansicht eines Kühlgeräts,
20

Fig. 2 eine perspektivische Draufsicht des Verteile-
relements,

Fig. 3 eine Draufsicht des Verteilerelements und
25

Fig. 4 eine perspektivische Unteransicht des Vertei-
lerelements.

Nach Fig. 1 hat das Kühlgerät 1 ein Bodenteil 13 etwa
30 in der Form einer Badewanne mit einer flachen Boden-
platte 11 und einem Rahmenteil 20. Das Bodenteil 13 hat
Löcher 14 und 15 für den Anschluß eines Rohrsystems

DE 202 08 106 U1

24.05.02

-7-

oder dergleichen, über das die Kühlflüssigkeit zu- beziehungsweise abgeführt wird.

Ein Verteilerelement 4 paßt mit den Innenflächen des
5 Rahmentails 20 des Bodenteils 13 zusammen. Wenn das
Verteilerelement 4 im Bodenteil 13 eingesetzt ist, ist
das Bodenteil in eine Oberkammer und eine Bodenkammer
unterteilt. Die Bodenkammer ist zwischen der Bodenplat-
te 11 und dem Verteilerelement 4 gebildet und ist au-
10 ßerdem in zwei Kammern unterteilt, wie noch ausführli-
cher beschrieben wird. Die Löcher 14 und 15 stehen mit
dieser Bodenkammer in Verbindung, und zwischen der Bo-
denkammer und der Oberkammer wird nur durch Einlässe 5
und Auslässe 6 im Verteilerelement 4 eine Flüssigkeits-
15 verbindung hergestellt, was noch ausführlich beschrie-
ben wird.

Die Oberkammer wird durch eine Oberplatte 3 und einen
Dichtring 16 abgeschlossen, wenn diese auf dem Boden-
20 teil 13 montiert sind. Der Dichtring 16 paßt in eine
Nut 17 des Bodenteils 13 und bewirkt eine Abdichtung
zwischen dem Rahmenteil 20 und der Oberplatte 3. Die
Oberplatte 3 wird mittels nicht dargestellter Schrauben
am Bodenteil 13 befestigt. Die Schrauben werden durch
25 Löcher 19 in der Oberplatte hindurch in Löcher 18 des
Bodenteils geschraubt. Die Oberplatte 3 wird im folgen-
den als gekühlte Platte bezeichnet, weil sie die Platte
ist, die durch die durch das Gerät geleitete Flüssig-
keit gekühlt wird. Auf der Oberseite der gekühlten
30 Platte 3 sind die Halbleiter in bekannter Weise ange-
bracht, was deshalb nicht näher beschrieben wird.

DE 202 08 106 U1

Fig. 2 zeigt das Verteilerelement 4 in einer perspektivischen Ansicht, in der es etwas weiter als in Fig. 1 verdreht ist. Die Einlässe 5 und die Auslässe 6 sind jetzt sichtbar, und die Draufsicht des Verteilerelements in Fig. 3 macht die Einlässe 5 und die Auslässe 6 noch besser sichtbar. Die Flüssigkeit wird durch die Einlässe 5 aus der Bodenkammer in die Oberkammer geleitet und von dort zwischen Führungswänden 21 an der Unterseite der gekühlten Platte 3 entlang, wie es durch Pfeile in Fig. 3 angedeutet ist, durch die Auslässe 6 in die Bodenkammer zurück.

Wie es aus Fig. 3 klar hervorgeht, erlauben die Führungswände 21 den Flüssigkeitsdurchtritt an ihrem einen Ende. Einige Wände erstrecken sich dagegen über die gesamte Struktur, wie z.B. die Wände 22 und 23. Diese durchgehenden Wände unterteilen die Oberkammer in Zellen mit jeweils einem Einlaß 5 und einem Auslaß 6.

Die Einlässe 5 und die Auslässe 6 sind so angeordnet, daß der Auslaß 6 einer Zelle direkt neben dem Einlaß 5 einer anderen Zelle liegt. Erwärmte Flüssigkeit, die eine Zelle verläßt, fließt dabei in der Nähe einer gekühlten Flüssigkeit, die gerade in eine andere Zelle fließt, so daß der Wärmegradient entlang der gekühlten Platte verringert wird. Der Wärmegradient entlang der gekühlten Platte wird noch weiter dadurch verringert, daß die Größen der von den Zellen bedeckten Bereiche unterschiedlich sind. An den Rändern 12 ist der Bereich jeder Zelle größer als auf der restlichen Fläche, wobei die Kühlung an den Rändern 12 weniger effektiv ist als auf der restlichen Fläche. Da die Dichte der Wärmezeugungselemente an den Rändern einer Halbleitereinheit

24.05.02

-9-

kleiner ist als auf dem restlichen Gerät, bewirkt eine Verringerung der Kühlwirkung an den Rändern eine Verringerung des Wärmegradienten entlang der gekühlten Platte.

5

Nachstehend werden die beiden Kammern der Bodenkammer beschrieben. Fig. 4 zeigt eine perspektivische Unteransicht des Verteilerelements 4. Die Wand 10, die sich schlangenartig entlang der Bodenseite erstreckt, liegt an der Bodenplatte 11 des Bodenteils 13 an und bildet im Prinzip eine flüssigkeitsdichte Verbindung. Die Bodenkammer des Verteilerelements 4 wird dadurch in eine Einlaßkammer 8 und eine Auslaßkammer 9 unterteilt, wenn das Verteilerelement im Bodenteil angebracht wird. Alle Einlässe 5 sind mit der Einlaßkammer 8 und alle Auslässe 6 mit der Auslaßkammer 9 verbunden.

Die Zellen der Oberkammer, Fig. 2 und 3, sind somit zwischen dem gemeinsamen Einlaß und dem gemeinsamen Auslaß, Positionen 14 und 15 in Fig. 1, parallel verbunden.

Bei dem in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Substrate, auf denen die Halbleiter befestigt sind, in bekannter Weise auf der Oberseite der gekühlten Platte 3 angebracht. Die gekühlte Platte könnte aber durch das Substrat selbst gebildet und direkt als Deckel des Geräts angebracht sein. Dies ist eine Folge des minimierten Wärmegradienten entlang der gekühlten Platte. Auf eine herkömmliche Wärmeverteilungsplatte, die in Fig. 1 als gekühlte Platte dargestellt ist, könnte dadurch in gewissen Anwendungsfällen verzichtet werden.

DE 202 08 106 U1

24.05.03

-10-

Das dargestellte Ausführungsbeispiel der Erfindung enthält ein einziges Verteilerelement 4 in einem Bodenteil 13. Dies soll jedoch in keiner Weise die Erfindung einschränken, da ein Bodenteil mit Platz für mehrere Verteilerelemente 4 denkbar ist, so daß ein einziges Kühlgerät mehrere Bauteile kühlt und mehr als eine gekühlte Platte oder Kühlplatte aufweist.

DE 2002 08 106 U1

24.05.02

DA1386 GM

Schutzansprüche

1. Kühlgerät (1), insbesondere für die Flüssigkeits-
kühlung von Leistungshalbleitern, bei dem das ge-
kühlte Teil auf der Oberseite einer gekühlten Plat-
te angebracht ist, deren Unterseite durch eine
5 Flüssigkeit gekühlt wird, die mit Hilfe eines Ver-
teilererelements an der gekühlten Platte entlang ge-
führt wird, und wobei der Flüssigkeitseinlaß und
der Flüssigkeitsauslaß des Verteilererelements senk-
recht zur gekühlten Platte angebracht sind, dadurch
10 gekennzeichnet, daß das Verteilererelement (4) in
Zellen (7) unterteilt ist, daß jede Zelle senkrecht
zur gekühlten Platte einen Flüssigkeitseinlaß und
einen Flüssigkeitsauslaß hat und daß das Verteile-
relement (4) für jede gekühlte Platte mindestens
15 zwei Zellen (7) hat.
2. Kühlgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die der gekühlten Platte abgewandte Seite des

DE 202 08 106 U1

24.05.02

-2-

- Verteilerelements mit Trennwänden versehen ist, die sie in eine erste Kammer und eine zweite Kammer unterteilen, und daß die erste Kammer alle Flüssigkeitseinlässe und die zweite Kammer alle Flüssigkeitsauslässe mit einander verbindet, wenn das Verteilerelement auf einer Bodenplatte montiert ist.
- 5
3. Kühlgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es mehr als ein solches Verteilerelement aufweist und jedes Verteilerelement senkrecht zur gekühlten Platte angebracht ist.
- 10
4. Kühlgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeitsströmung in jeder Zelle entlang der gekühlten Platte turbulent ist.
- 15
5. Kühlgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsauslaß einer Zelle direkt neben dem Flüssigkeitseinlaß einer anderen Zelle liegt.
- 20
6. Kühlgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Bereiche, die jeweils von einer Zelle abgedeckt sind, über das Verteilerelement hinweg unterschiedlich ist.
- 25
7. Kühlgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche, die jeweils von einer Zelle abgedeckt sind, an den Rändern (12) des Verteilerelements größer sind als in der Mitte des Verteilerelements.
- 30

DE 202 08 108 U1

24.05.02

-3-

8. Kühlgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gekühlte Platte aus einem Material mit niedrigem Wärmeleitwiderstand hergestellt ist.

5

9. Kühlgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gekühlte Platte durch Substrate gebildet ist, an denen die Halbleiter befestigt sind.

DE 202 08 106 U1

24.05.02

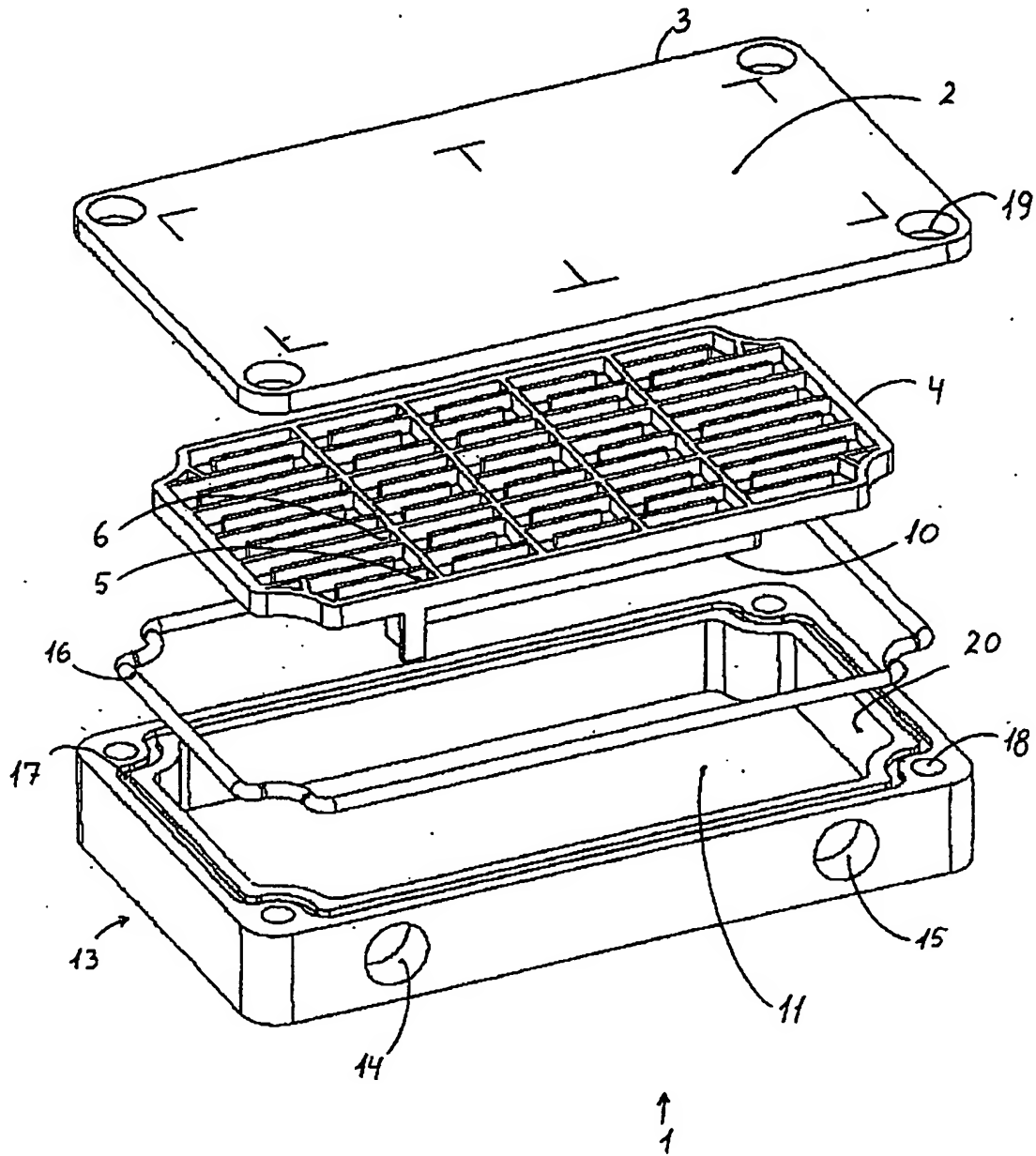


FIG. 1.

DE 202 08 106 U1

24.05.02

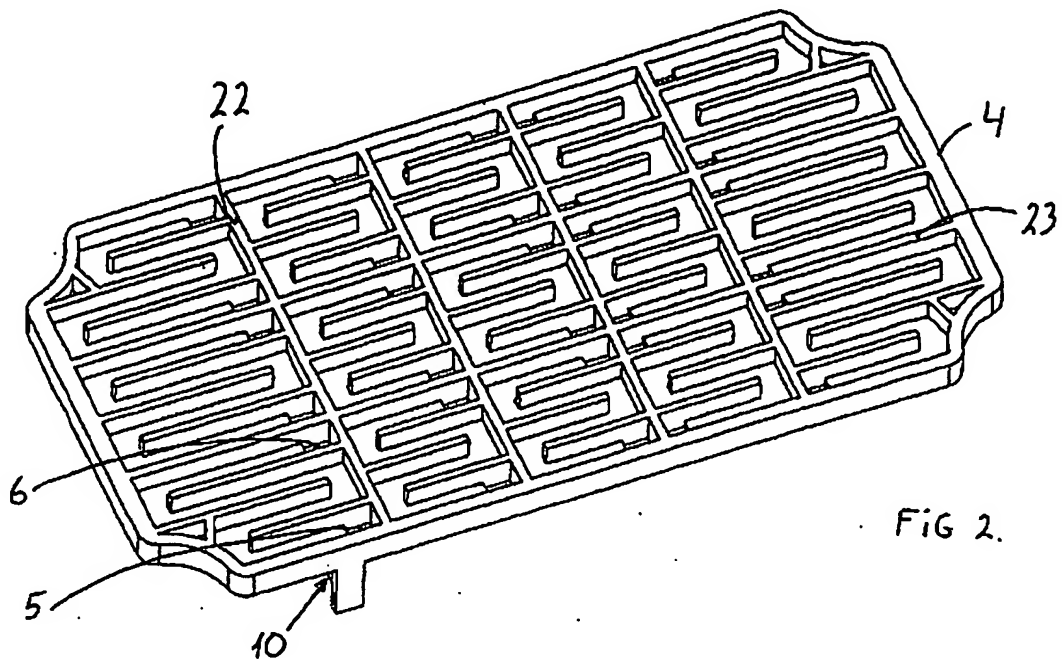


FIG 2.

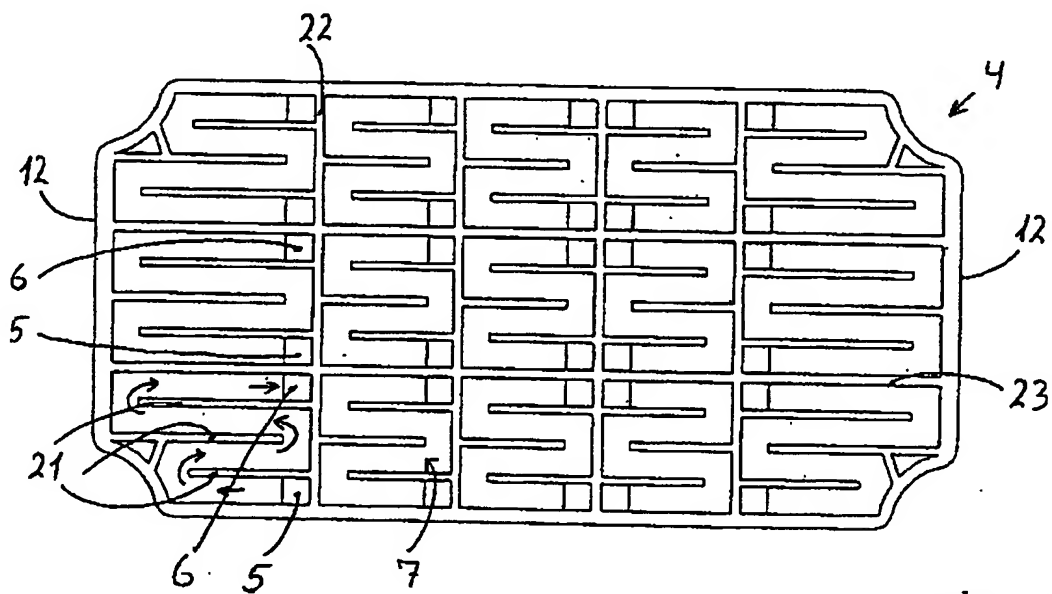


FIG 3.

DE 202 08 106 U1

24.05.02

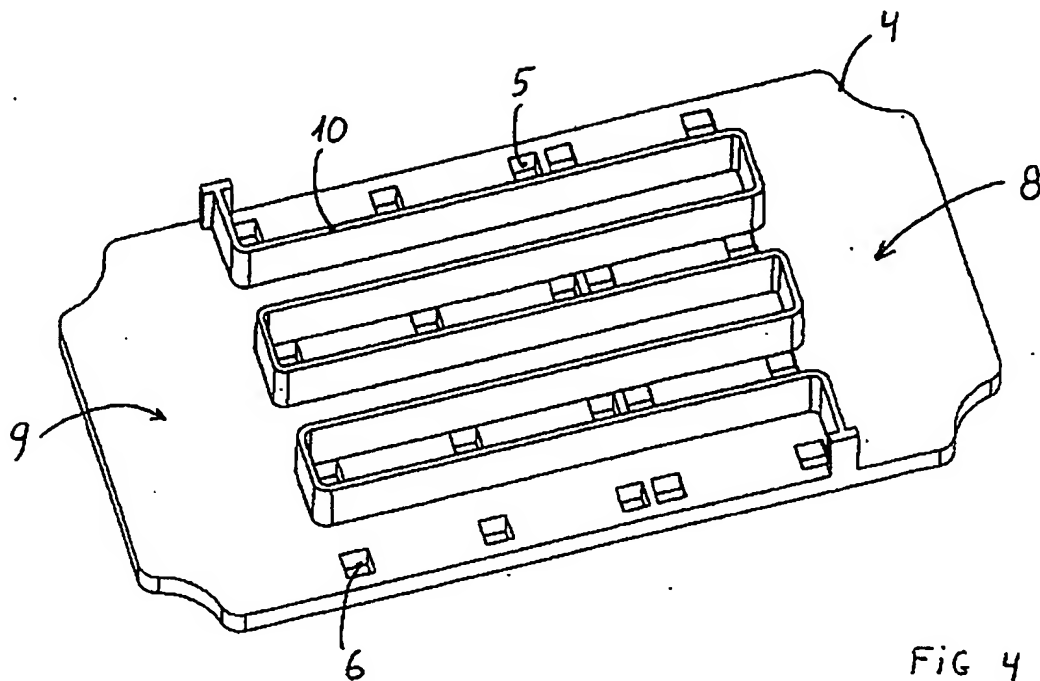


FIG 4.

DE 202 08 106 U1